

PAT-NO: JP360078343A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60078343 A

TITLE: **DETECTION FOR RUBBING OF ROTARY MACHINE**

PUBN-DATE: May 4, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YONEYAMA, TAKAO

SATO, KAZUYA

INT-CL (IPC): G01N029/04

US-CL-CURRENT: 73/649

ABSTRACT:

PURPOSE: To **detect rubbing with high sensitivity by providing an acoustic sensor in a bearing part of a rotary machine to detect high-frequency abnormal sounds which are generated when rubbing occurs.**

CONSTITUTION: **Acoustic sensors** 5a and 5b are provided on sliding bearings 2a and 2b of a rotor 1. High-frequency abnormal sounds due to rubbing which occurs in the position marked with a black star are propagated in the rotor 1 and are **detected by acoustic sensors** 5a and 5b. Their outputs pass amplifiers 6a and 6b, filters 7a and 7b, and **detecting circuits** 8a and 8b, and signals  $f(t)$  and  $g(t)$  are inputted to a cross-correlation function analyzer 9, and a cross-correlation function is calculated and is sent to a monitor 10. Thus, presence/absence of rubbing is detected with a high sensitivity.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-78343

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>  
G 01 N 29/04

識別記号 庁内整理番号  
6558-2G

⑬ 公開 昭和60年(1985)5月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 回転機械のラビング検出方法

⑯ 特 願 昭58-185051

⑰ 出 願 昭58(1983)10月5日

⑱ 発 明 者 米 山 隆 雄 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 佐 藤 弐 也 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外3名

#### 明 細 書

発明の名称 回転機械のラビング検出方法

特許請求の範囲

1. 回転機械における回転部と静止体との摺動、すなわちラビング現象を音響センサを用いて検出する方法において、前記回転機械の軸受部に第1の音響センサと前記第1の音響センサとは異なる軸受部に第2の音響センサを設置し、前記第1の音響センサにて受信した信号を増幅後検波し、検波波形を得る第1の手段と、前記第2の音響センサにて受信した信号を増幅後検波し、検波波形を得る第2の手段と、前記第1、第2の手段にて得られた第1の検波波形と第2の検波波形との相互相関関数の演算結果からラビングを検出することを特徴とする回転機械のラビング検出方法。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は蒸気タービンやタービン発電機等の回転機械の回転部が回転中にラビング現象を起こした際に、その時発生する高周波異常音を検知する

ことによつて、ラビングの発生を検出するのに好適な回転機械のラビング検出方法に関する。

〔発明の背景〕

回転機械においてラビングが発生した場合、機械の異常振動の原因となり、運転に支障をきたすばかりでなく、回転機械ロータ部の飛散事故にもつながるため、危険であることが知られている。

従来よりラビングを検出する方法として、軸受部の振動変化量よりラビングを検出する方法が用いられているが感度が悪いため、その検出は難しかった。また、回転機械の静止部に音響センサ(主にアコースティック・エミッションセンサ)を設置し、ラビング発生時に生じる高周波異常音信号の振幅変化量よりラビング発生を検出する手法が用いられているが、本手法では低速回転におけるラビングの検出は可能であるが、回転数が上昇し、バックグラウンドノイズが増大した時やラビングが軽微である場合には、その検出が不可能になる欠点があつた。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、バックグラウンドノイズが大きい中でもラビング発生有無の識別が可能であるばかりでなく、ラビングが軽微である場合も同様に識別が可能なラビング検出方法を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明の特徴は、回転機械の軸受部に音響センサを設置し、前記音響センサによりラビング発生時に生じる高周波異常音を検知し、この信号を処理することによりラビングを感度良く検出できるようにした点にある。

#### 〔発明の実施例〕

以下本発明の一実施例であるラビング検出方法を第1図により説明する。回転機械においてロータ1はすべり軸受2a、2bにて保持されており、また、ケーシング3により覆われている。仮りに、同図に示すラビング発生箇所4でラビングが発生した場合、ラビングによる高周波異常音信号（以下音響信号と呼ぶ）は、ロータ1内を伝搬し、すべり軸受2a、2bとロータ1の間に形成される

潤滑油膜を介し、すべり軸受2a、2bに伝搬される。前記音響信号を検出するため、同図に示すようにすべり軸受部（軸受ハウジング部でも可）2a、2bにそれぞれ音響センサ5a、5bを設置する。次に音響センサ5a、5bの出力は増幅器6a、6bによつて、それぞれ増幅された後、フィルタ7a、7bに通され、必要以外の周波数成分の信号は除去される。さらにフィルタにより処理された信号は検波回路8a、8bにて検波された後、それぞれの信号は相互相関関数解析器9に入力される。検波回路8aより出力される信号を $f(t)$ 、検波回路8bより出力される信号を $g(t)$ とした場合、相互相関関数解析器9では次式を演算処理する。

$$C_r(\tau) = \frac{f(t) \cdot g(t + \tau)}{\dots\dots\dots(1)}$$

$C_r(t)$ : 相互相関関数

$\tau$ : タイムラグ

(1)式における——は時間平均を意味する。

つまり、相互相関関数解析器9では検波回路8aより出力される、ある時間 $t$ におけるデータ

値 $f(t)$ と $t$ より $\tau$ だけ遅れた時間における検波回路8bより出力されるデータ値 $g(t + \tau)$ との時間的関連性を調べる。次に相互相関関数解析器9の演算結果はモニター10に入力され、その結果が表示される。

前述した処理手法を第2図を用いて具体的に説明する。同図は蒸気タービンにおいて、ラビングが無い場合、軽微である場合、ラビング強度が中程度、さらにラビングが大きい場合の第1図に示した各回路の出力例である。増幅器6a、6bの出力波形では、ラビング無い場合からラビングが大きい場合に至るまでほとんど区別がつかない。これは蒸気タービンの回転によるノイズや蒸気ノイズが大きいため、ラビングによる音響信号が埋もれてしまうためである。前述した信号をフィルタ7a、7bに通した後、検波することにより同図に示すような出力波形が得られる。

ラビングが大きい場合は、検波波形の上部にわずかながら周期性のある正弦波が見られる。これは、ラビングの発生によつてラビングによる音響

信号がバックグラウンドノイズに変調されるため、検波することにより、その信号がわずかながら表われるためである。しかし、ラビングが中程度以下の場合は、ラビングによる音響信号の強度が小さい、つまり変調率が小さいため、同図に示すように、検波波形には何ら変化は見られない。そこで、前述した検波波形を相互相関関数解析器9にて演算処理した後、モニター10にて表示すると同図のようになる。

ラビング現象は回転機械のロータ1回転あたり1回周期的に発生するのが特徴であり、同図のラビングが大きい場合に示されるように、周期的相関が強い場合（たとえば正弦波どうしの相関）の相互相関関数の演算結果と同様となる。つまり、前述した検波波形に含まれる周期性（時間的関連性）のある正弦波信号が検出されており、モニター10の表示例よりラビングの有無が判定できるわけである。また、検波波形には何ら変化が認められなかつたラビングが軽微及び中程度の場合でも同様に相関処理を行なうことにより、同図に示す

表示結果が得られるため、ラビングの有無が判定ができる。このことは、ラビングが軽微、中程度であつても、ラビングによる音響信号は、わずかながらバックグラウンドノイズに変調されているため、相関処理を行なうことにより、周期性のある音響信号が検出できるためである。

一方、ラビングが無い場合は、単なるランダムノイズだけであるため、同図に示すようにラビング発生時特有の処理結果は得られない。また、第2図のモニタ表示例に示した周期T（正弦波信号の周期）は、ロータの回転周期にも対応するため、Tを測定することにより、他の周期的外乱ノイズ、たとえば軸受損傷などによつて発生する音響信号とも区別することができる。

以上説明したように、本手法を用いれば、バックグラウンドノイズが大きい場合でもラビングの検出ができるばかりでなく、ラビングが軽微である場合も検出でき、また、外乱による周期的ノイズとも区別ができるため、回転機械の事故を未然に防止できるといふ、工業上きわめて顕著な効果が

ある。

次に本発明の他の実施例であるラビング検出方法を第3図より説明する。回転機械のロータ20をささえるすべり軸受部（軸受ハウジングでも可）21に音響センサ22を設置する。次に音響センサ22の出力を増幅器23にて増幅した後、フィルタ24に通し、必要以外の周波数成分の信号を除去する。さらに、フィルタ24にて処理された信号を検波回路25に入力し、検波回路25より出力される検波信号を自己相関関数解析器26に入力する。

検波回路25より出力される検波信号を $f(t)$ とした場合、自己相関関数解析器26では次式を演算処理する。

$$C_r(r) = \overline{f(t) \cdot f(t+r)} \quad \dots\dots(2)$$

$C_r(r)$ : 自己相関関数

$r$ : タイムラグ

(2)式における——は時間平均を意味する。

つまり、自己相関関数解析器26では、検波回路25より出力される、ある時間 $t$ におけるデー

タ値 $f(t)$ と $t$ より $r$ 時間だけ遅れた時間におけるデータ値 $f(t+r)$ との間の時間的関連性を調べる。次に自己相関関数解析器26の演算結果はモニタ27に入力され、その結果が表示される。

前述した処理手法を第4図を用いて具体的に説明する。同図は蒸気タービンにおいてラビングが無い場合、軽微である場合、ラビング強度が中程度、さらにラビングが大きい場合の第3図に示した各回路の出力例である。増幅器23、検波回路25の出力波形についての詳細な説明は第2図にて説明した内容と同等なのでここでは省略する。

第4図にて示される検波波形を自己相関関数解析器26にて処理した後、モニタ27にて表示すると同図のようになる。前述したようにラビング現象はロータ1回転あたり1回周期的に発生するのが特徴であり、同図のラビング大の場合の検波波形に示されるように、回転数に対応した周期的信号成分がバックグラウンドノイズに変調され含まれるため、たとえば正弦波の自己相関関数の演算結果と同様となる。つまり前述した検波波形に含

まれる周期性（時間的関連性）のある信号成分が検出されており、モニタ27の表示例よりラビング有無の判定ができるわけである。また、検波波形には何ら変化が認められなかつたラビングが軽微及び中程度の場合でも、ラビングによる音響信号はバックグラウンドノイズに変調され、その音響信号には周期性があるため、同様に自己相関処理を行なうことにより、同図に示す処理結果が得られることからラビングの有無が判定できる。

一方、ラビングが無い場合は、単なるランダムノイズだけであるため、同図に示すようにラビング発生時特有の処理結果は得られない。また、第4図にて示したモニタ表示例における正弦波信号の周期Tはロータの回転周期にも対応するため、Tを測定することにより、他の周期的外乱ノイズたとえば軸受損傷などによつて発生する音響信号とも区別することができる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本手法を用いれば、バックグラウンドノイズが大きい場合でもラビングを検

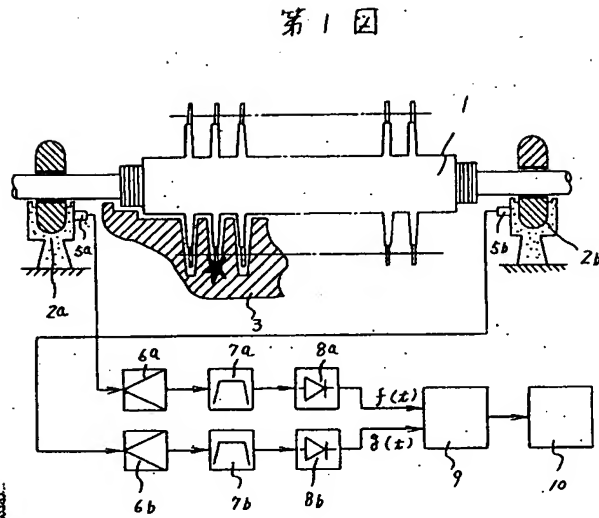
出できるばかりでなく、ラビングが軽微である場合も検出でき、また、外乱による周期的ノイズとも区別できるため、回転機械の事故を未然に防止できるという、工業上極めて顕著な効果がある。

図面の簡単な説明

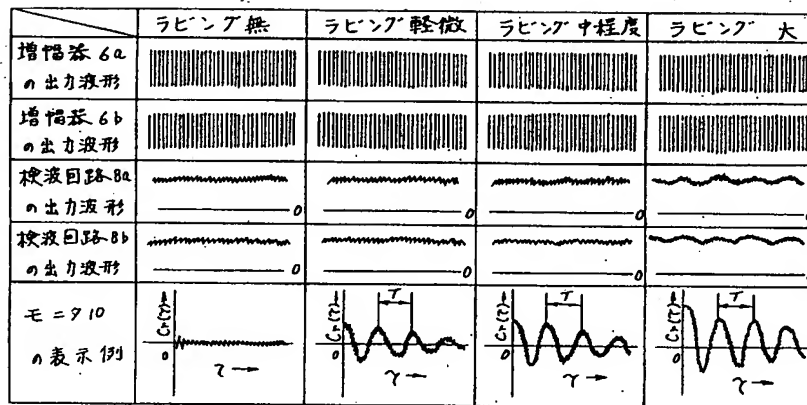
第1図は本発明による回転機械のラビング検出方法の一実施例を示す構成図、第2図は第1図の実施例を説明するための波形図、第3図は本発明の他の実施例を示す構成図、第4図は第3図の実施例を説明するための波形図である。

1…ロータ、2a、2b…すべり軸受、3…ケーシング、4…ラビング発生箇所、5a、5b…音響センサ、6a、6b…増幅器、7a、7b…フィルタ、8a、8b…検波回路、9…相互相関関数解析器、10…モニタ、26…自己相関関数解析器。

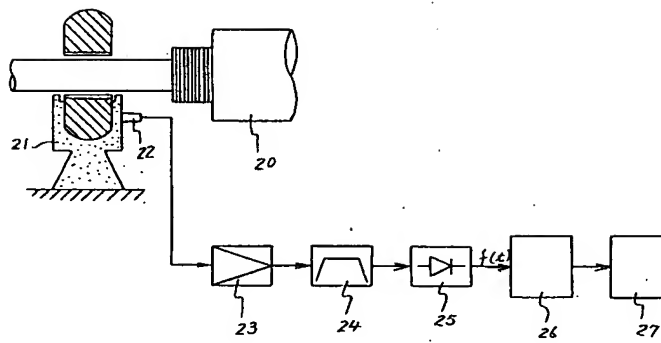
代理人 弁理士 高橋明夫



第2図



第3図



第4図

	ラビング無	ラビング軽微	ラビング中程度	ラビング大
増幅器 23 の出力波形				
検波回路 25 の出力波形				
モニタ 27 の表示例				